

1/5/1  
DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2002 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

007130648

WPI Acc No: 1987-130645/ 198719

Related WPI Acc No: 1987-232572; 1995-053923

XRAM Acc No: C87-054274

XPX Acc No: N87-097726

High heat-conductivity insulated substrate - comprises a high heat conductivity substrate coated with an insulating layer  
Patent Assignee: KANEGAFUCHI KAGAKU KOGYO KK (KANF ); KANEGAFUCHI KAGAKU (KANF ); KANEKA CORP (KANF )

Inventor: NAKAYAMA T; TAWADA Y; YAMAMOTO K

Number of Countries: 007 Number of Patents: 011

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 221531	A	19870513	EP 86115233	A	19861104	198719 B
JP 62108551	A	19870519	JP 85249543	A	19851106	198725
JP 62154650	A	19870709	JP 85295434	A	19851226	198734
JP 62169499	A	19870725	JP 8611647	A	19860122	198735
JP 62232193	A	19871012	JP 8675310	A	19860331	198746
US 4793368	A	19881108	US 86927211	A	19861105	198847
JP 90039117	B	19900904	JP 8675310	A	19860331	199039
JP 91005074	B	19910124	JP 8611647	A	19860122	199108
JP 5013616	A	19930122	JP 85249534	A	19851106	199308
			JP 91256581	A	19851106	
EP 221531	A3	19920219	EP 96115233	A	19861104	199323
JP 95060869	B2	19950628	JP 85249534	A	19851106	199530

Priority Applications (No Type Date): JP 85209621 A 19850920; JP 85249534 A 19851106; JP 85295434 A 19851226; JP 8611647 A 19860122; JP 8675310 A 19860331; JP 8679875 A 19860407

Cited Patents: No-SP.Pub; 6.Jnl.Ref; CH 656022; EP 139205; EP 170122; EP 40552; EP 66787; EP 7993; EP 93633; FR 2395948; FR 2459557; JP 59119857

Patent Details:

Patent No	Kind	Law	Pg	Main IPC	Filing Notes
EP 221531	A	E	39		

Designated States (Regional): DE FR GB NL

US 4793368	A	27		
JP 5013616	A	5	H01L-023/14	Div ex application JP 85249534
JP 95060869	B2	6	H01L-023/12	Based on patent JP 62108551

Abstract Basic : EP 221531 A

Substrate consists of: a substrate of heat conductivity not below 50 W/m.k; and a high heat-conducting insulating layer coated on the substrate. Substrate is pref. crystalline Si (nitride or oxide) or a metal; insulating layer is pref. an ion or plasma-deposited hard C material contg. 0.01-20 at.% of a Gp. IVA element.

USE/ADVANTAGE - Substrate is used with heat-generating ICs. and it has good thermal expansion compatibility, good heat conductivity and thermal resistance, a smooth surface and good thick-film circuit compatibility.

Dwg.1/12

Title Terms: HIGH; HEAT; CONDUCTING; INSULATE; SUBSTRATE; COMPRISE; HIGH; HEAT; CONDUCTING; SUBSTRATE; COATING; INSULATE; LAYER

Derwent Class: L03; P73; U11; U14

International Patent Class (Main): H01L-023/12; H01L-023/14

International Patent Class (Additional): B32B-007/02; B32B-009/04; B32B-015/04; H01B-003/00; H01B-017/62; H01B-019/00; H01L-021/48;

H05K-001/05

File Segment: CPI; EPI; EngPI

2058510

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 84110782.4

(51) Int. Cl.: **H 01 L 23/14**  
**H 01 L 21/58**

(22) Anmeldetag: 10.09.84

(30) Priorität: 28.09.83 DE 3335184

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
 02.05.85 Patentblatt 85/18

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
 AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

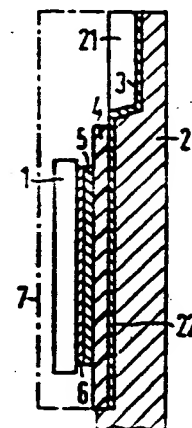
(21) Anmelder: Siemens Aktiengesellschaft  
 Berlin und München Wittelsbacherplatz 2  
 D-8000 München 2(DE)

(72) Erfinder: Lauterbach, Richard  
 Berchemstrasse 13  
 D-8000 München 21(DE)

(54) Verfahren zum Herstellen von Halbleiterbausteinen mit einem Metallsubstrat.

(57) Auf eine durch Sandstrahlen aufgeraute Oberfläche eines Metallsubstrats (2) werden nacheinander durch Plasmaspritzen eine Haftschrift (3) und eine Isolierschicht (4) aus Keramikmaterial aufgebracht. Anschließend wird auf die Isolierschicht (4) eine lötfähige Schicht (5) aufgebracht, auf welche dann mindestens ein integrierter Schaltkreis, insbesondere eine Leistungshalbleiter (1), aufgelötet wird. Die Isolierschicht (4) ermöglicht hierbei einen isolierten Aufbau des integrierten Schaltkreises. Die Dicke der Isolierschicht (4) wird dabei nur nach der gewünschten Spannungsfestigkeit festgelegt, d.h. die Isolierschicht (4) wird so dünn aufgebracht, daß eine gute Ableitung der in dem integrierten Schaltkreis erzeugten Verlustwärme in das Metallsubstrat (2) gewährleistet ist. Die Haftschrift (3) soll ein Ablösen der Isolierschicht (4) bei thermischen Wechselbeanspruchungen verhindern. Deshalb wird für die Haftschrift (3) ein Material verwendet, dessen Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen den Wärmeausdehnungskoeffizienten des Metallsubstrats (2) und des Keramiksubstrats der Isolierschicht (4) liegt. Vorzugsweise wird die Haftschrift (3) aus mehreren Teilschichten derart zusammengesetzt, daß sich ein graduel-  
 ler Übergang des Wärmeausdehnungskoeffizienten ergibt.

FIG 1



SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Berlin und München

Unser Zeichen  
VPA 83P 1743 E

LEISTUNGSGEÄNDERT  
siehe Titelseite

5 Verfahren zum Herstellen von Halbleiterbausteinen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Halbleiterbausteinen mit mindestens einem integrierten Schaltkreis nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10

Ein derartiges Verfahren zum Herstellen von Halbleiterbausteinen mit mindestens einem Leistungshalbleiter ist aus der EP-A1-O 015 053 bereits bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren wird auf eine Oberfläche eines beispielsweise aus Aluminium bestehenden Metallsubstrats zunächst eine  
15 dünne Isolierschicht aus Keramikmaterial durch Plasmaspritzen aufgebracht. Anschließend wird auf der Isolierschicht beispielsweise durch Siebdrucken ein Leiterbahnmuster erzeugt, auf welches dann insgesamt drei Leistungshalbleiter aufgelötet werden. Die Anschlüsse auf der Oberfläche der drei Leistungshalbleiter werden dann über Kontaktierungsdrähte mit den zugeordneten Anschlüssen eines ebenfalls auf die Isolierschicht aufgetragenen Keramiksubstrats und mit insgesamt drei nach außen ragenden Anschlußfahnen verbunden. Zur Komplettierung des Halbleiterbausteins wird dann die gesamte Anordnung in Kunstharz  
20 eingegossen, aus welchem nur noch die drei Anschlußfahnen herausragen.

30 Bei dem aus der EP-A1-O 015 053 bekannten Verfahren richtet sich die Dicke der auf das Metallsubstrat aufgetragenen Isolierschicht allein nach der gewünschten Spannungsfestigkeit, d.h., die Isolierschicht kann wesentlich dünner ausgeführt werden, als eine zur isolierten Be-

35

Klk 1 Kow / 28.9.1983

festigung der integrierten Schaltkreise auf das Metall-  
substrat aufgelegte Keramikplatte. Hierdurch ergibt sich  
der Vorteil, daß eine sehr gute Wärmeableitung der in dem  
integrierten Schaltkreisen erzeugten Verlustwärme in das  
5 Metallsubstrat gewährleistet ist. Als Nachteil hat sich  
jedoch herausgestellt, daß die Haftfestigkeit zwischen  
einer durch Plasmaspritzen hergestellten Isolierschicht  
und dem Metallsubstrat den Anforderungen im Betrieb nicht  
genügt und sich die Isolierschicht bereits nach kurzer Be-  
10 triebsdauer eines Halbleiterbausteins ablösen kann. Mit  
dem Abheben bzw. Ablösen der Isolierschicht wird dann der  
gesamte Halbleiterbaustein zerstört.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren  
15 der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß eine  
dauerhafte und zuverlässige Haftung zwischen der Isolier-  
schicht und dem Metallsubstrat gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeich-  
20 nenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die große  
Differenz zwischen den Wärmeausdehnungskoeffizienten des  
Metallsubstrats und des Keramikmaterials der Isolierschicht  
25 bei thermischen Wechselbeanspruchungen zu einem Ablösen  
der Isolierschicht führt und daß dieses Ablösen durch eine  
als Zwischenschicht durch Plasmaspritzen aufgebrachte  
Haftschicht vermieden werden kann. Für die Haftschicht  
wird dabei ein Material verwendet, dessen Wärmeausdehnungs-  
30 koeffizient zwischen den Wärmeausdehnungskoeffizienten des  
Metallsubstrats und des Keramikmaterials der Isolierschicht  
liegt, so daß die Haftschicht im Hinblick auf die verschiede-  
nen Wärmeausdehnungen als thermische Ausgleichsschicht  
wirkt. Das Aufrauen der Oberfläche des Metallsubstrats

durch Sandstrahlen erzeugt eine vergrößerte und metallisch  
blanke Oberfläche mit durch die teilweise Zerstörung des  
Gitteraufbaus bedingten großen Bindungskräften, die eine  
ausgezeichnete Haftung einer unmittelbar danach durch Plas-  
5 maspritzen aufgetragenen Haftschrift gewährleisten. Die  
Haftfestigkeit der auf die Haftschrift ebenfalls durch  
Plasmaspritzen aufgetragenen Isolierschrift aus Keramik-  
material ist auch ohne zusätzliche Maßnahmen sehr gut. Ins-  
gesamt gesehen vermittelt die Haftschrift somit eine  
10 dauerhafte Anbindung der Isolierschrift an das Metall-  
substrat und eine gute Ableitung der in einem integrierten  
Schaltkreis erzeugten Verlustwärme in das Metallsubstrat.

Vorzugsweise wird als Material für die Haftschrift eine  
15 Aluminium-Silizium-Legierung oder Kupfer oder eine Kupfer-  
Aluminium-Legierung oder eine Kupfer-Zinn-Legierung oder  
eine Kupfer-Glas-Mischung oder Nickel oder eine Nickel-  
Aluminium-Legierung oder eine Nickel-Aluminium-Molybdän-  
Legierung oder eine Nickel-Chrom-Legierung oder Molybdän  
20 oder Wolfram verwendet. Die genannten Materialien zeichnen  
sich durch besonders gute Hafteigenschaften aus.

Im Hinblick auf eine gute Haftung und eine gute Wärmeab-  
leitung hat es sich auch als besonders günstig erwiesen,  
25 wenn die Haftschrift mit einer Dicke zwischen 0,05 mm und  
0,1 mm aufgetragene wird.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen  
Verfahrens ist vorgesehen, daß die Haftschrift aus min-  
30 destens zwei nacheinander aufgetragenen Teilschriften zu-  
sammengesetzt wird und daß die für die Teilschriften ver-  
wendeten Materialien derart ausgewählt werden, daß sich in  
der Haftschrift ein gradueller Übergang zwischen dem  
Wärmeausdehnungskoeffizienten des Metallsubstrats und dem

Wärmeausdehnungskoeffizienten des Keramikmaterials der Isolierschicht ergibt. Mit einer derartigen graduellen Anpassung des Wärmeausdehnungskoeffizienten der Haftschrift werden besonders gute Hafteigenschaften bei thermischer Wechselbeanspruchung erzielt. Der graduelle Übergang des Wärmeausdehnungskoeffizienten in der Haftschrift kann auf einfache Weise dadurch erzeugt werden, daß dem Material nacheinander aufgetragener Teilschichten zunehmende Anteile an Keramikmaterial beigemischt werden. Als Material für die Teilschichten wird dabei vorzugsweise Aluminium oder eine Aluminium-Silizium-Legierung oder Kupfer oder eine Kupfer-Aluminium-Legierung oder eine Kupfer-Zinn-Legierung oder eine Kupfer-Glas-Mischung oder Nickel oder eine Nickel-Aluminium-Legierung oder eine Nickel-Aluminium-Molybdän-Legierung oder eine Nickel-Chrom-Legierung oder Molybdän oder Wolfram oder Zink verwendet, wobei diesem Material in nacheinander aufgetragenen Teilschichten zunehmende Anteile an Aluminiumoxid oder Chromoxid oder Zirkondioxid oder Bariumtitanat beigemischt werden.

Eine optimale Anbindung der Haftschrift an das Metallsubstrat und an die Isolierschicht wird schließlich dadurch erreicht, daß für die zuerst aufgetragene Teilschicht das Metall verwendet wird, aus welchem das Metallsubstrat besteht, das für die zuletzt aufgetragene Teilschicht das Keramikmaterial verwendet wird, aus welchem die Isolierschicht besteht und daß für die dazwischenliegenden Teilschichten Mischungen aus dem Metall und dem Keramikmaterial mit zunehmenden Anteilen an Keramikmaterial verwendet werden.

Bei einer aus zwei oder mehreren Teilschichten zusammengesetzten Haftschrift hat es sich als zweckmäßig erwiesen, wenn die Haftschrift mit einer Dicke zwischen 0,3 mm und 0,7 mm aufgetragen wird.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

- 5    Figur 1 einen Schnitt durch einen Halbleiterbaustein mit einem Leistungshalbleiter in stark vereinfachter schematischer Darstellung, die

- 10    Figuren 2 bis 5 verschiedene Verfahrensstadien bei der Herstellung des in Figur 1 dargestellten Halbleiterbausteins und

Figur 6 eine Variante mit einer aus insgesamt sechs Teilschichten zusammengesetzten Haftschrift.

15

- Figur 1 zeigt einen Schnitt durch einen Halbleiterbaustein mit einem Leistungshalbleiter 1, welcher auf einem Metallsubstrat 2 angeordnet ist. Wie zusätzlich aus den Figuren 2 bis 5 zu erkennen ist, besitzt das im wesentlichen
- 20    plattenförmig ausgebildete Metallsubstrat 2 im unteren Bereich einen flanschartigen Befestigungsfuß 20, während in dem oberen Bereich eine U-förmige Einprägung 21 für die Anordnung einer in der Zeichnung nicht näher dargestellten Anschlußfahne eingebracht ist. Auf einer Oberfläche 22 des
- 25    Metallsubstrats 2 sind nacheinander eine Haftschrift 3, eine Isolierschicht 4 und eine lötbare Schicht 5 angeordnet, wobei die lötbare Schicht 5 über eine Lotschicht 6 mit der metallisierten Unterseite des Leistungshalbleiters
- 30    1 verbunden ist. Nach dem Auflöten des Leistungshalbleiters 1 wird dieser zusammen mit den in der Zeichnung nicht dargestellten Kontaktierungsdrähten und Anschlußfahnen in eine elektrisch isolierende Vergußmasse eingebettet, deren äußere Kontur durch eine strichpunktierte Linie angedeutet ist. Die in dem Leistungshalbleiter 1 erzeugte Verlustwärme

wird über die Lotschicht 6, die lötbare Schicht 5, die Isolierschicht 4 und die Haftschrift 3 in das Metallsubstrat 2 abgeleitet. Andererseits ist der Leistungshalbleiter 1 elektrisch isoliert auf dem Metallsubstrat 2 aufgebaut, was durch eine entsprechende Spannungsfestigkeit der aus Keramikmaterial bestehenden Isolierschicht 4 erreicht wird. Durch den isolierten Aufbau können dann mehrere Halbleiterbausteine an einem gemeinsamen metallischen Gehäuse oder dgl. befestigt werden, welches die weitere Wärmeableitung übernimmt.

Bei der Herstellung des in Figur 1 dargestellten Halbleiterbausteins wird zunächst gemäß Figur 2 die Oberfläche 22 des Metallsubstrats 2 durch Sandstrahlen gereinigt und aufgeraut. Solange die durch das Sandstrahlen freigesetzten Bindungskräfte noch wirken, wird dann auf die aufgeraute Oberfläche 22 gemäß Figur 3 die Haftschrift 3 durch Plasmaspritzen aufgebracht. Für die Haftschrift 3 wird dabei ein Material verwendet, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient zwischen den Wärmeausdehnungskoeffizienten des Metallsubstrats 2 und des Keramikmaterials der Isolierschicht 4 liegt. Auf die derart aufgebrachte Haftschrift 3 wird dann gemäß Figur 4 ebenfalls durch Plasmaspritzen die Isolierschicht 4 aufgebracht, deren Dicke nach der gewünschten elektrischen Spannungsfestigkeit festgelegt wird. Gemäß Figur 5 wird anschließend in einem rechteckförmigen Bereich der etwas geringer ist als die Fläche des Leistungshalbleiters 1 die lötbare Schicht 5 durch Plasmaspritzen oder durch autogenes Plasmaspritzen aufgebracht. Wie bereits erwähnt wurde, wird dann auf diese lötbare Schicht 5 der Leistungshalbleiter 1 mit Hilfe eines geeigneten Lotes aufgelötet.

Figur 6 zeigt eine Variante, bei welcher die in Figur 1



als homogene Schicht dargestellte Haftschrift 3 aus nacheinander durch Plasmaspritzen aufgetrachten Teilschichten 31, 32, 33, 34, 35 und 36 zusammengesetzt wird. Dabei werden die für die Teilschichten 31 bis 36 verwendeten Materialien derart ausgewählt, daß sich in der zusammengesetzten Haftschrift 3 ein gradueller Übergang zwischen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Metallsubstrats 2 und dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Keramikmaterials der Isolierschicht 4 ergibt. Mit einem derartigen graduellen Übergang des Wärmeausdehnungskoeffizienten werden die verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten von Metallsubstrat 2 und Isolierschicht 4 bei thermischen Wechselbeanspruchungen besonders gut ausgeglichen.

#### 15 Beispiel 1

Die Oberfläche 22 eines Metallsubstrats 2 aus Kupfer wird zunächst durch Sandstrahlen aufgerauht und gereinigt, wobei für das Sandstrahlen Siliziumkarbid mit einer Korngröße von ca. 0,7 mm verwendet wird. Auf die aufgerauhte Oberfläche 22 wird dann eine ca. 0,08 mm dicke Haftschrift 3 aus einer Nickel-Aluminium-Legierung mit 95% Nickel und 5% Aluminium durch Plasmaspritzen aufgebracht. Anschließend wird auf die Haftschrift 3 ebenfalls durch Plasmaspritzen eine ca. 0,5 mm dicke Isolierschicht 4 aus reinem Aluminiumoxid aufgebracht. Auf einen rechteckförmigen Bereich der Isolierschicht 4 wird danach durch Plasmaspritzen eine ca. 0,15 mm dicke lötbare Schicht 5 aus Kupfer aufgebracht. Unter Verwendung eines Lotes LPb 98 Sn wird dann schließlich der Leistungshalbleiter 1 mit seiner metallisierten Unterseite auf die lötbare Schicht 5 aufgelötet.

#### Beispiel 2

Die Oberfläche 22 eines Metallsubstrats 2 aus Aluminium

wird zunächst durch Sandstrahlen aufgeraut und gereinigt, wobei für das Sandstrahlen Siliziumkarbid mit einer Korngröße von ca. 0,7 mm verwendet wird. Auf die aufgeraute Oberfläche 22 werden dann durch Plasmaspritzen nacheinander jeweils ca. 0,08 mm dicke Teilschichten 31, 32, 33, 34, 35 und 36 aufgebracht, so daß sich für die zusammengesetzte Haftschrift 3 eine Dicke von ungefähr 0,5 mm ergibt. Als Material für die erste Teilschicht 31 wird dabei reines Aluminium verwendet, welches eine optimale Verbindung mit dem ebenfalls aus Aluminium bestehenden Metallsubstrats 2 gewährleistet. Als Materialien für die anschließend aufgetragenen Teilschichten 32, 33, 34 und 35 werden Aluminium-Aluminiumoxid-Mischungen verwendet, wobei die Teilschicht 32 80% Aluminium und 20% Aluminiumoxid, die Teilschicht 33 60% Aluminium und 40% Aluminiumoxid, die Teilschicht 34 40% Aluminium und 60% Aluminiumoxid und die Teilschicht 35 20% Aluminium und 80% Aluminiumoxid enthalten. Für die zuletzt aufgetragene Teilschicht 36 wird dann reines Aluminiumoxid verwendet. Auf die derart zusammengesetzte Haftschrift 3 wird dann ebenfalls durch Plasmaspritzen eine ca. 0,5 mm dicke Isolierschicht 4 aus reinem Aluminiumoxid aufgebracht, wobei durch die Verwendung des gleichen Materials eine optimale Verbindung mit der darunterliegenden Teilschicht 36 gewährleistet ist. Auf einen rechteckförmigen Bereich der Isolierschicht 4 wird danach durch Plasmaspritzen eine ca. 0,15 mm dicke lötbare Schicht 5 aus Silber aufgebracht, auf welche dann der Halbleiterbaustein 1 unter Verwendung eines Lotes LPb 98Sn aufgelötet wird.

8 Patentansprüche

6 Figuren

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Halbleiterbausteinen mit mindestens einem integrierten Schaltkreis, bei welchem auf  
5 eine Oberfläche eines Metallsubstrats eine dünne Isolierschicht aus Keramikmaterial durch Plasmaspritzen aufgebracht wird, anschließend auf die Isolierschicht eine lötbare Schicht aufgebracht wird und dann der integrierte Schaltkreis auf die lötbare Schicht aufgelötet wird,  
10 dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Aufbringen der Isolierschicht (4) auf die durch Sandstrahlen aufgeraute Oberfläche (22) des Metallsubstrats (2) eine Haftschrift (3) durch Plasmaspritzen aufgebracht wird und daß für die Haftschrift (3) ein Material ver-  
15 wendet wird, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient zwischen den Wärmeausdehnungskoeffizienten des Metallsubstrats (2) und des Keramikmaterials der Isolierschicht (4) liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
20 daß als Material für die Haftschrift eine Aluminium-Silizium-Legierung oder Kupfer oder eine Kupfer-Aluminium-Legierung oder eine Kupfer-Zinn-Legierung oder eine Kupfer-Glas-Mischung oder Nickel oder eine Nickel-Aluminium-  
25 Molybdän-Legierung oder eine Nickel-Chrom-Legierung oder Molybdän oder Wolfram verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
30 daß die Haftschrift (3) mit einer Dicke zwischen 0,05 mm und 0,1 mm aufgebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Haftschrift (3) aus

mindestens zwei nacheinander aufgetragenen Teilschichten (31, 32, 33, 34, 35 und 36) zusammengesetzt wird und daß die für die Teilschichten (31, 32, 33, 34, 35 und 36) verwendeten Materialien derart ausgewählt werden, daß sich  
5 in der Haftschicht (3) ein gradueller Übergang zwischen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Metallsubstrats (2) und dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Keramikmaterials der Isolierschicht (4) ergibt.

10 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der graduelle Übergang des Wärmeausdehnungskoeffizienten in der Haftschicht (3) dadurch erzeugt wird, daß dem Material nacheinander aufgetragener Teilschichten (32, 33, 34, 35,) zunehmende Anteile an  
15 Keramikmaterial beigegeben werden.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die Teilschichten (31, 32, 33, 34, 35, 36) Aluminium oder eine  
20 Aluminium-Silizium-Legierung oder Kupfer oder eine Kupfer-Aluminium-Legierung oder eine Kupfer-Zinn-Legierung oder eine Kupfer-Glas-Mischung oder Nickel oder eine Nickel-Aluminium-Legierung oder eine Nickel-Aluminium-Molybdän-Legierung oder eine Nickel-Chrom-Legierung oder Molybdän  
25 oder Wolfram oder Zink verwendet wird, wobei diesem Material in nacheinander aufgetragenen Teilschichten (32, 33, 34, 35) zunehmende Anteile an Aluminiumoxid oder Chromoxid oder Zirkondioxid oder Bariumtitanat beigegeben werden.

30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß für die zuerst aufgetragene Teilschicht (31) das Metall verwendet wird, aus welchem das Metallsubstrat (2) besteht, daß für die  
35

zuletzt aufgebrauchte Teilschicht (36) das Keramikmaterial verwendet wird, aus welchem die Isolierschicht (4) besteht und daß für die dazwischenliegenden Teilschichten (32, 33, 34, 35) Mischungen aus dem Metall und dem  
5 Keramikmaterial mit zunehmenden Anteilen an Keramikmaterial verwendet werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschrift (3)  
10 mit einer Dicke zwischen 0,3 mm und 0,7 mm aufgebracht wird.

15

20

25

30

35

FIG 1

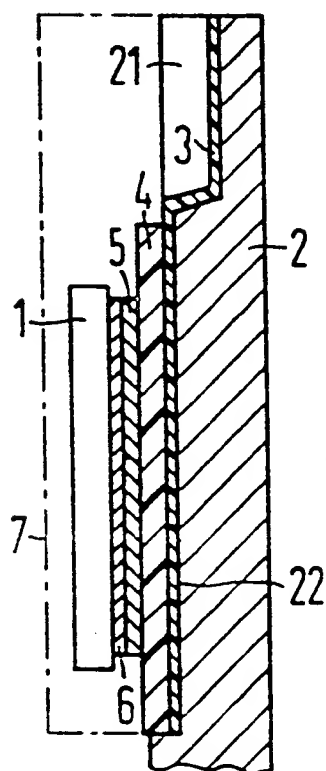


FIG 6

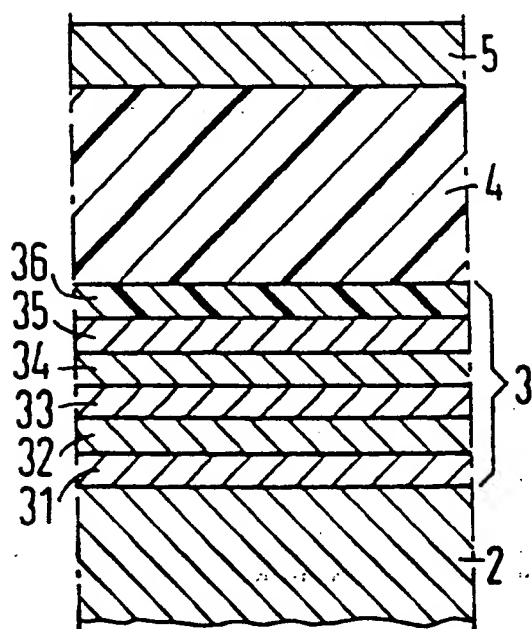


FIG 2

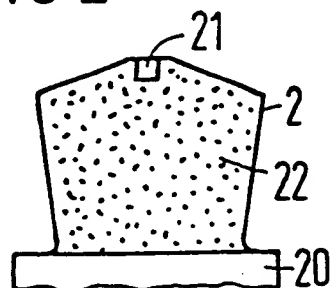


FIG 3

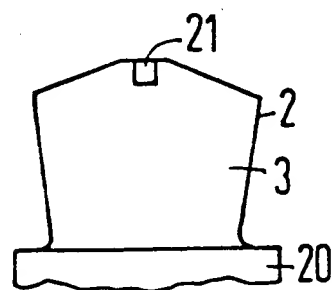


FIG 4

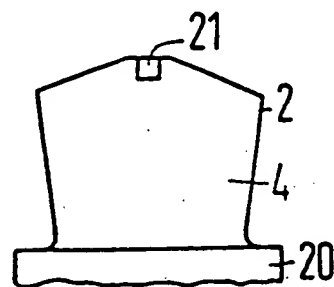
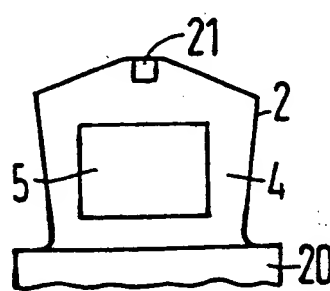


FIG 5



1919810

ust

16